

PAT-NO: JP411329083A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11329083 A
TITLE: LOW WIND PRESSURE CABLE
PUBN-DATE: November 30, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KIKUCHI, NAOSHI	N/A
SUZUKI, TAMEZO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE	N/A

APPL-NO: JP10129916

APPL-DATE: May 13, 1998

INT-CL (IPC): H01B005/08

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To lower a wind pressure load in a lower wind speed area by a cable with a small diameter.

SOLUTION: The cross section of this low wind pressure cable has a shape on which each side of a regular polygon with 12-24 angles inscribed in a circle with a diameter of $d=12.8-42.6$ mm forms a recessed circular arc or a straight line and a circular arc groove is provided at each top, and a ratio D/d of the depth D of the recessed part of each side to the diameter (d) is within a range of 0-0.018, a ratio H/d of the depth H of the circular arc groove to the

diameter (d) is within a range of 0.0045-0.0357, and a ratio H/R of the depth H of the circular arc groove to the radius R of the circular arc of the circular arc groove is within a range of 0.08-1.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-329083

(43)公開日 平成11年(1999)11月30日

(51)Int.Cl.[®]
H 01 B 5/08

識別記号

F I
H 01 B 5/08

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全8頁)

(21)出願番号 特願平10-129916

(22)出願日 平成10年(1998)5月13日

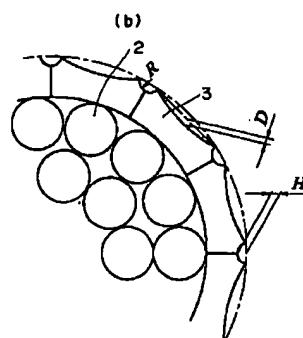
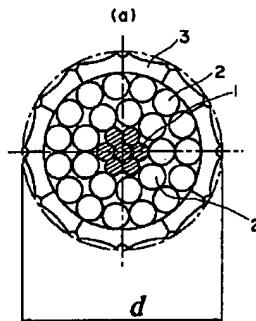
(71)出願人 000005290
古河電気工業株式会社
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号
(72)発明者 菊池 直志
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内
(72)発明者 鈴木 為藏
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内
(74)代理人 弁理士 若林 広志

(54)【発明の名称】 低風圧電線

(57)【要約】

【課題】 直径の小さい電線で、より低い風速域で風圧荷重を低下させる。

【解決手段】 断面形状が、直径 $d = 12.8 \sim 42.6\text{mm}$ の円に内接する正12～24角形の各辺を凸型円弧状または直線状とし、各頂点に円弧状の溝を設けた形になっていて、各辺の凹みの深さ D と前記直径 d の比 D/d が、 $0 \sim 0.018$ の範囲にあり、円弧状溝の深さ H と前記直径 d の比 H/d が、 $0.0045 \sim 0.0357$ の範囲にあり、円弧状溝の深さ H と円弧状溝の円弧の半径 R の比 H/R が、 $0.08 \sim 1$ の範囲にある、ことを特徴とする低風圧電線。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】断面形状が、直径d=12.8~42.6mmの円に内接する正12~24角形の各頂点に円弧状の溝を設け、各辺を凹型円弧状または直線状とした形になっていることを特徴とする低風圧電線。

【請求項2】各辺の凹みの深さDと直径dの比D/dが、0~0.018の範囲にあることを特徴とする請求項1記載の低風圧電線。

【請求項3】円弧状溝の深さHと直径dの比H/dが、0.0045~0.0357の範囲にあることを特徴とする請求項1又は2記載の低風圧電線。

【請求項4】円弧状溝の深さHと円弧状溝の円弧の半径Rの比H/Rが、0.08~1の範囲にあることを特徴とする請求項1、2又は3記載の低風圧電線。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、風圧荷重を少なくした低風圧電線に関するものである。

【0002】

【従来の技術】架空電線には、鋼撲線の周囲にアルミ線をより合わせた鋼心アルミ撲線(ACSR)が多用されている。このような電線で低風圧化を図ったものとしては次のような電線が公知である。

① 図9に示すように、鋼撲線1上にアルミ線2を撲り合わせ、最外層に断面扇形セグメント素線3を撲り合わせ、セグメント素線3の角部を円弧面に形成し、セグメント素線3の隣接突き合わせ面と角部円弧との交点の円弧の接線が電線の中心を通らないようにし、角部円弧面の曲率半径を特定値に設定して、低風圧化を図った電線(特公昭57-46166号公報)。

② 最外層素線の包絡線上に巻回したスパイラル素線による突起の高さと突起の有する中心角を特定値に設定して、低風圧化を図った電線(特公平5-6765号公報)。

③ 最外層の表面を波形形状にして低風圧化を図った電線(特公平7-34328号公報)。

【0003】しかし、これらの電線は1本の電線に複数種類の最外層素線を用いたり、素線形状が複雑であったりするため製造コストが高くなる。このため比較的簡単な素線形状で低風圧効果が得られるものとしては次のような電線が公知である。

④ 最外層に断面扇形のセグメント素線を複数本撲り合わせ、各セグメント素線の隣接部の表面側に円弧状の溝を設けた電線(特開平8-50814号公報)。この電線は、断面円形を基本形状とし、その表面に円弧状溝を配置して、溝内部に生じる渦流によって流れの剥離点を電線後方に移動させ、電線後方の後流域を減少させて、風圧抵抗を低減するものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし④の電線は、電

2

線の直径が大きい場合には低風圧化の効果が得られるが、レイノルズ数の関係で電線の直径が小さくなると、風圧荷重が低下する風速が著しく高くなるという問題がある。このため直径の小さい電線(例えば直径25mm以下)では、風圧荷重の低下する設計風速が60~70m/sとなってしまい、実用的でなかった。

【0005】本発明の目的は、以上の問題点に鑑み、比較的直径の小さい電線でも、より低い風速域で風圧荷重を低下させることのできる低風圧電線を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため本発明の電線は、断面形状が、直径d=12.8~42.6mmの円に内接する正12~24角形の各頂点に円弧状の溝を設け、各辺を凹型円弧状または直線状とした形になっていることを特徴とするものである。なお各辺の凹みの深さDと前記直径dの比D/dは、0~0.018の範囲にあることが好ましい。また円弧状溝の深さHと前記直径dの比H/dは、0.0045~0.0357の範囲にあることが好ましい。さらに円弧状溝の深さHと円弧状溝の円弧の半径Rの比H/Rは、0.08~1の範囲にあることが好ましい。なお各辺の凹みの深さDとは、正多角形の頂点を結ぶ直線から各辺の凹みの底部までの深さである。また円弧状溝の深さHとは、正多角形の頂点から溝底までの深さである。

【0007】本発明の電線は、断面正多角形を基本形状とし、各頂点に円弧状の溝を配置した形態である。この電線の場合、電線表面で生じる圧力変動が多角形状に依存し、多角形の頂点で強制的に圧力変動が生じる。その結果、層流境界層内の速度分布が崩れて、早期に乱流化し、境界層底部の速度の増加が生じる。このため流れの剥離点が後流側へ移動し、電線の後流域が減少し、電線後方でできる負圧領域が縮小して、抗力が小さくなる、と考えられる。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明の一実施形態を示す。この低風圧電線は、鋼撲線1上にアルミ線2を撲り合わせ、最外層に12本の断面扇形セグメント素線3を撲り合わせたものである。各セグメント素線3は電線表面側の面が深さDだけ円弧状に凹んでおり、かつ電線表面側の角部に半径Rの円弧状の溝が形成されているものである。このようなセグメント素線3を最外層に12本撲り合わせることにより、電線の断面形状は、直径dの円に内接する正12角形の各辺を凹型円弧状とし、各頂点に円弧状の溝を設けた形となる。

【0009】図2は本発明の他の実施形態を示す。この電線が図1のものと異なる点は、各セグメント素線3の電線表面側の面が平らになっていることである。このため電線の断面形状は、直径dの円に内接する正12角形の

3

各辺を直線状とし、各頂点に円弧状の溝を設けた形となる。

【0010】図3は本発明のさらに他の実施形態を示す。この電線が図1のものと異なる点は、最外層にセグメント素線3が20本擦り合わされていることである。このため電線の断面形状は、直径dの円に内接する正20角形の各辺を凹型円弧状とし、各頂点に円弧状の溝を設けた形となる。

【0011】以上のような断面形状の電線に風が当たると、その表面に形成される層流境界層の早期乱流化が促進され、剥離点の後方移動が生じ、電線の後ろ側に強い流れが流れ込むようになるため、風圧荷重が低減する。

【0012】

【実施例】図1ないし図3のような断面形状をもつ各種の電線を試作し、風洞実験を行い、風速10m/sから80m/sの範囲で抗力係数を測定した。実験風速は、通常の架空送電線設計時に用いられる最高風速が40m/sであることから決めた。試作した電線は直径22~36.6mmの鋼心アルミ撲線（最外層素線が断面円形）についても実験を行った。

【0013】1. 810mm² クラスとして次のような電線を試作した。

(a) 直径d=36.6mm、最外層セグメント素線12本、辺の凹みの深さD=0.3mm、円弧状溝の半径R=1.0mm、円弧状溝の深さH=1.0mmの電線（図1）。

(b) 直径d=36.6mm、最外層セグメント素線12本、D=0.3mm、R=2.0mm、H=0.3mmの電線（図1）。

(c) 直径d=36.6mm、最外層セグメント素線20本、D=0.1mm、R=0.75mm、H=0.6mmの電線（図3）。

(d) 直径d=36.6mm、最外層セグメント素線20本、D=0.1mm、R=1.5mm、H=0.75mmの電線（図3）。

(e) 従来のACSR 810mm²、直径d=38.4mm。

【0014】これらの電線について風洞実験により抗力係数を測定した結果は図4のとおりであった。図4によれば(a)~(d)の電線は(e)の従来電線に比較して抗力係数が低くなっていることが分かる。特に(b)と(d)の電線は明確な抗力係数の低下が確認できる。

【0015】2. 610mm² クラスとして次のような電線を試作した。

(f) 直径d=33mm、最外層セグメント素線16本、D=0.15mm、R=0.9mm、H=0.9mmの電線。

(g) 直径d=33mm、最外層セグメント素線16本、D=0.15mm、R=1.8mm、H=0.26mmの電線。

(h) 従来のACSR 610mm²、直径d=34.2mm。

【0016】これらの電線について風洞実験により抗力係数を測定した結果は図5のとおりであった。図5によれば(f)、(g)の電線は(h)の従来電線に比較して抗力係数が低くなっていることが分かる。特に(g)の電線は明確な抗力係数の低下と、抗力係数の低下が生

4

じる風速の低下が確認できる。

【0017】3. 410mm² クラスとして次のような電線を試作した。

(i) 直径d=28mm、最外層セグメント素線14本、D=0.15mm、R=0.75mm、H=0.75mmの電線。

(j) 直径d=28mm、最外層セグメント素線14本、D=0.15mm、R=1.5mm、H=0.22mmの電線。

(k) 直径d=28mm、最外層セグメント素線24本、D=0.05mm、R=1.25mm、H=1.0mmの電線。

(l) 直径d=28mm、最外層セグメント素線24本、D=0.05mm、R=2.0mm、H=1.5mmの電線。

(m) 従来のACSR 410mm²、直径d=28.5mm。

【0018】これらの電線について風洞実験により抗力係数を測定した結果は図6のとおりであった。図6によれば(i)~(l)の電線は(m)の従来電線に比較して抗力係数が低くなっていることが分かる。特に(j)の電線は明確な抗力係数の低下が確認できる。

【0019】4. 240mm² クラスとして次のような電線を試作した。

(n) 直径d=22mm、最外層セグメント素線14本、D=0.1mm、R=0.6mm、H=0.6mmの電線。

(o) 直径d=22mm、最外層セグメント素線14本、D=0.1mm、R=0.9mm、H=0.26mmの電線。

(p) 直径d=22mm、最外層セグメント素線14本、D=0.1mm、R=1.25mm、H=0.1mmの電線。

(q) 直径d=22mm、最外層セグメント素線16本、D=0.0mm、R=1.2mm、H=0.17mmの電線。

(r) 直径d=22mm、最外層セグメント素線16本、D=0.1mm、R=1.2mm、H=0.17mmの電線。

(s) 直径d=22mm、最外層セグメント素線16本、D=0.2mm、R=1.2mm、H=0.17mmの電線。

(t) 直径d=22mm、最外層セグメント素線16本、D=0.4mm、R=1.2mm、H=0.17mmの電線。

(u) 従来のACSR 240mm²、直径d=22.4mm。

【0020】これらの電線について風洞実験により抗力係数を測定した結果は図7および図8のとおりであった。図7によれば(n)~(p)の電線は(u)の従来電線に比較して抗力係数が低くなっていることが分かる。また図8によれば(q)~(t)の電線は(u)の従来電線に比較して抗力係数が低くなっていることが分かる。

【0021】以上の実験結果を、セグメント素線の本数で整理したのが表1、H/dで整理したのが表2、H/Rで整理したのが表3、D/dで整理したのが表4である。

【0022】

【表1】

5

6

電線直径 d	素線数	溝半径 R	溝深さ H	平面凹み D	20m/s 抗力係数	30m/s ↔	40m/s ↔
36.6	12	1.00	1.00	0.30	1.039	0.913	0.918
36.6	12	2.00	0.30	0.30	1.036	0.791	0.773
22.0	14	0.60	0.60	0.10	1.158	0.823	0.778
22.0	14	0.90	0.26	0.10	1.216	0.965	0.739
22.0	14	1.25	0.10	0.10	1.23	1.172	0.838
28.0	14	0.75	0.75	0.15	0.995	0.776	0.818
28.0	14	1.50	0.22	0.15	1.129	0.787	0.724
22.0	16	1.20	0.17	0.00	1.242	1.201	0.811
22.0	16	1.20	0.17	0.10	1.24	1.123	0.782
22.0	16	1.20	0.17	0.20	1.235	1.082	0.751
22.0	16	1.20	0.17	0.40	1.214	0.945	0.835
33.0	16	0.90	0.90	0.15	0.791	0.791	0.802
33.0	16	1.80	0.26	0.15	1.113	0.604	0.623
36.6	20	0.75	0.60	0.10	0.929	0.853	0.878
36.6	20	1.60	0.75	0.10	0.803	0.651	0.713
28.0	24	1.25	1.00	0.05	0.815	0.816	0.818
28.0	24	2.00	1.50	0.05	0.919	0.923	0.923

【0023】

* * 【表2】

電線直径 d	素線数	溝半径 R	溝深さ H	平面凹み D	H/d	20m/s 抗力係数	30m/s ↔	40m/s ↔
22.0	14	1.25	0.10	0.10	0.0045	1.23	1.172	0.838
22.0	16	1.20	0.17	0.00	0.0077	1.242	1.201	0.811
22.0	16	1.20	0.17	0.10	0.0077	1.24	1.123	0.782
22.0	16	1.20	0.17	0.20	0.0077	1.235	1.082	0.751
22.0	16	1.20	0.17	0.40	0.0077	1.214	0.945	0.835
28.0	14	1.50	0.22	0.15	0.0079	1.129	0.787	0.724
33.0	16	1.80	0.26	0.15	0.0079	1.113	0.604	0.623
36.6	12	2.00	0.30	0.30	0.0082	1.036	0.791	0.773
22.0	14	0.90	0.26	0.10	0.0118	1.216	0.965	0.739
36.6	20	0.75	0.60	0.10	0.0164	0.929	0.853	0.878
36.6	20	1.50	0.75	0.10	0.0205	0.803	0.651	0.713
28.0	14	0.75	0.75	0.15	0.0268	0.995	0.776	0.818
22.0	14	0.60	0.60	0.10	0.0273	1.158	0.823	0.778
33.0	16	0.90	0.90	0.15	0.0273	0.791	0.791	0.802
36.6	12	1.00	1.00	0.30	0.0273	1.039	0.913	0.918
28.0	24	1.25	1.00	0.05	0.0357	0.815	0.816	0.818
28.0	24	2.00	1.50	0.05	0.0536	0.919	0.923	0.923

【0024】

* * 【表3】

7

8

電線直径 d	索線数	溝半径 R	溝深さ H	平面凹み D	H/R	20m/s 抗力係数	30m/s ←	40m/s ←
22.0	14	1.25	0.10	0.10	0.0800	1.23	1.172	0.838
22.0	16	1.20	0.17	0.00	0.1417	1.242	1.201	0.811
22.0	16	1.20	0.17	0.10	0.1417	1.24	1.123	0.782
22.0	16	1.20	0.17	0.20	0.1417	1.235	1.082	0.751
22.0	16	1.20	0.17	0.40	0.1417	1.214	0.945	0.835
33.0	16	1.80	0.26	0.15	0.1444	1.113	0.604	0.623
28.0	14	1.50	0.22	0.15	0.1467	1.129	0.787	0.724
36.6	12	2.00	0.30	0.30	0.1500	1.036	0.791	0.773
22.0	14	0.90	0.26	0.10	0.2889	1.216	0.965	0.739
36.6	20	1.50	0.75	0.10	0.5000	0.803	0.651	0.713
28.0	24	2.00	1.50	0.05	0.7500	0.919	0.923	0.923
36.6	20	0.75	0.60	0.10	0.8000	0.929	0.853	0.878
28.0	24	1.25	1.00	0.05	0.8000	0.815	0.816	0.818
22.0	14	0.60	0.60	0.10	1.0000	1.158	0.823	0.778
28.0	14	0.75	0.75	0.15	1.0000	0.995	0.776	0.818
33.0	16	0.90	0.90	0.15	1.0000	0.791	0.791	0.802
36.6	12	1.00	1.00	0.30	1.0000	1.039	0.913	0.918

【0025】

* * 【表4】

電線直径 d	索線数	溝半径 R	溝深さ H	平面凹み D	D/d	20m/s 抗力係数	30m/s ←	40m/s ←
22.0	16	1.20	0.17	0.00	0.0000	1.242	1.201	0.811
28.0	24	1.25	1.00	0.05	0.0018	0.815	0.816	0.818
28.0	24	2.00	1.50	0.05	0.0018	0.919	0.923	0.923
36.6	20	0.75	0.60	0.10	0.0027	0.929	0.853	0.878
36.6	20	1.50	0.75	0.10	0.0027	0.803	0.651	0.713
33.0	16	0.90	0.90	0.15	0.0045	0.791	0.791	0.802
33.0	16	1.80	0.26	0.15	0.0045	1.113	0.604	0.623
22.0	14	1.25	0.10	0.10	0.0045	1.23	1.172	0.838
22.0	14	0.60	0.60	0.10	0.0045	1.158	0.823	0.778
22.0	14	0.90	0.26	0.10	0.0045	1.216	0.965	0.739
22.0	16	1.20	0.17	0.10	0.0045	1.24	1.123	0.782
28.0	14	0.75	0.75	0.15	0.0054	0.995	0.776	0.818
28.0	14	1.50	0.22	0.15	0.0054	1.129	0.787	0.724
36.6	12	1.00	1.00	0.30	0.0082	1.039	0.913	0.918
36.6	12	2.00	0.30	0.30	0.0082	1.036	0.791	0.773
22.0	16	1.20	0.17	0.20	0.0091	1.235	1.082	0.751
22.0	16	1.20	0.17	0.40	0.0182	1.214	0.945	0.835

【0026】表1はセグメント素線の本数（正多角形の角数）と抗力係数低減の効果との関係を示しているが、表1によると、正12角形ないし正24角形の範囲（好ましくは正14角形ないし正20角形の範囲）で抗力係数低減するわち風圧低減の効果が生じていることが分かる。表2はH/dと抗力係数低減の効果との関係を示しているが、表2によると、H/dが0.0045～0.0357の範囲（好ましくは0.0077～0.0205の範囲）で風圧低減の効果が生じていることが分かる。表3はH/Rと抗力係数低減の効果との関係を示しているが、表3によると、H/Rが0.08～1.0の範囲（好ましくは0.14～0.50の範囲）で風圧低減の効果が生じていることが分かる。表4はD/dと抗力係数低減の効果との関係を示しているが、表4によると、D/dが0.0182以下の範囲（好ましくは0.0091以下）で風圧低減の効果が生じていることが分か

る。特に直径22mmの電線においては、D/dが0.0045以下になると、設計風速域で大きな風圧低減効果が生じることが分かる。

【0027】以上実験は直径22～36.6mmの電線について行った。図4～図8によれば、一般的な架空送電線の設計風速40m/sの場合は、上記の直径の範囲で風圧低減の効果が得られることが明らかである。さらにレイノルズ数 $Re = Ud / \nu$ (U : 風速、 d : 電線外径、 ν : 標準大気状態で 1.473×10^{-5}) を用いて、本発明の効果が得られる電線の太さの範囲を求めるところとなりである。図8によると、直径22mmの本発明の電線では、風速35～77.5m/sの範囲で風圧低減の効果が得られることが明らかである。これよりレイノルズ数を用いて風圧低減効果の出る電線の最小外径 d_1 および最大外径 d_2 を求めると次のとおりである。

①設計風速40m/sの場合

$$Re = 35 \times 22 / \nu = 40 \times d_1 / \nu \quad \text{よって } d_1 = 19.3\text{mm}$$

$$Re = 77.5 \times 22 / \nu = 40 \times d_2 / \nu \quad \text{よって } d_2 = 42.6\text{mm}$$

②設計風速50m/sの場合(山岳地等)

$$Re = 35 \times 22 / \nu = 50 \times d_1 / \nu \quad \text{よって } d_1 = 15.4\text{mm}$$

$$Re = 77.5 \times 22 / \nu = 50 \times d_2 / \nu \quad \text{よって } d_2 = 34.1\text{mm}$$

③設計風速60m/sの場合(沖縄等)

$$Re = 35 \times 22 / \nu = 60 \times d_1 / \nu \quad \text{よって } d_1 = 12.8\text{mm}$$

$$Re = 77.5 \times 22 / \nu = 60 \times d_2 / \nu \quad \text{よって } d_2 = 28.4\text{mm}$$

したがって本発明の電線は、設計風速にもよるが、直径12.8~42.6mmの範囲、好ましくは15.4~42.6mmの範囲で低風圧化を図ることが可能である。

【0028】以上の実施例は鋼心アルミ撲線についてのものであるが、本発明は電線の断面形状に関するものであるので、銅撲線、架空地線、被覆電線にも同様に適用できる。また電線の主たる抗張力体である鋼撲線の代わりに、温度伸び特性に優れたインバー線、炭化ケイ素織維、炭素織維、アルミナ織維またはアラミド織維等からなる細線の表面に、アルミ、亜鉛、クローム、銅等のメッキ又は被覆を施した線材を用いても同様な効果が得られる。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、電線の断面形状を正多角形状とし、各頂点部に円弧状溝を配置することで、従来技術では達し得なかった小サイズ電線の低風圧化が可能となる。また本発明では最外層を簡単な形状の1種類のセグメント素線で構成できるため、特殊な製造技術を必要とせず、コスト増を招くことがなく、低成本の低風圧電線を提供できる。

【図面の簡単な説明】

10* 【図1】 本発明に係る電線の一実施形態を示す、

(a)は断面図、(b)は要部の拡大断面図。

【図2】 本発明に係る電線の他の実施形態を示す断面図。

【図3】 本発明に係る電線のさらに他の実施形態を示す断面図。

【図4】 本発明に係る電線の実施例の風速と抗力係数の関係を示すグラフ。

【図5】 本発明に係る電線の他の実施例の風速と抗力係数の関係を示すグラフ。

【図6】 本発明に係る電線のさらに他の実施例の風速と抗力係数の関係を示すグラフ。

【図7】 本発明に係る電線のさらに他の実施例の風速と抗力係数の関係を示すグラフ。

【図8】 本発明に係る電線のさらに他の実施例の風速と抗力係数の関係を示すグラフ。

【図9】 従来の低風圧電線の一例を示す断面図。

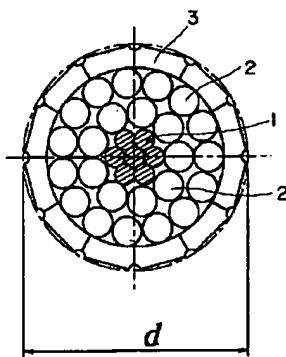
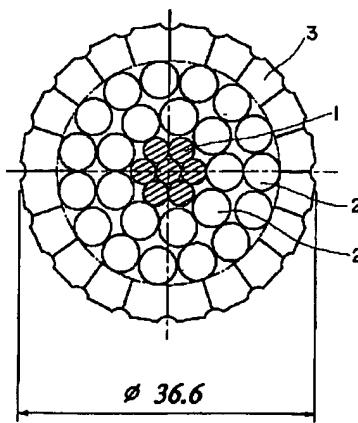
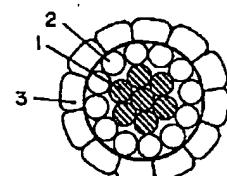
【符号の説明】

1 : 鋼撲線

2 : アルミ線

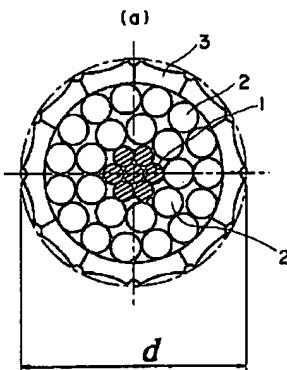
3 : セグメント素線

* 30

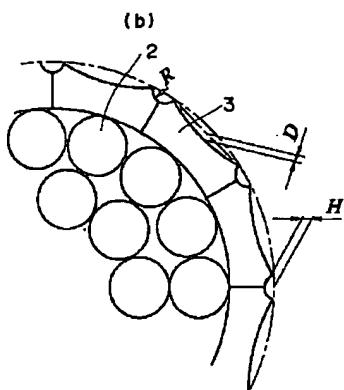
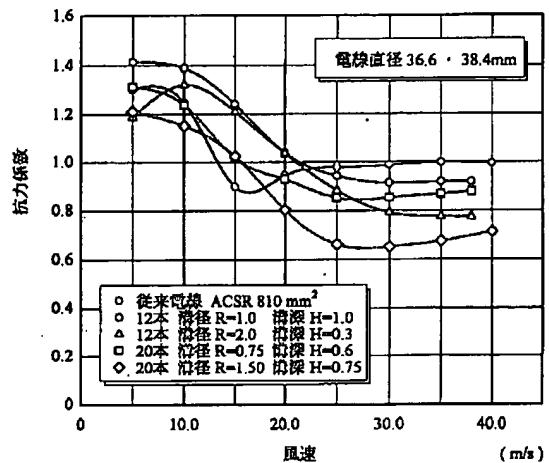
【図2】**【図3】****【図9】**

R=1.5 H=0.75 D=0.1

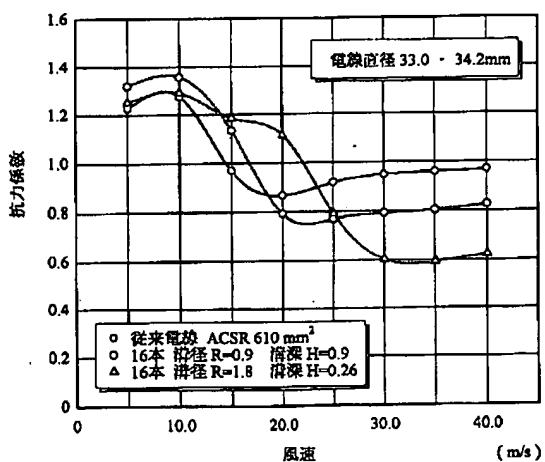
【図1】



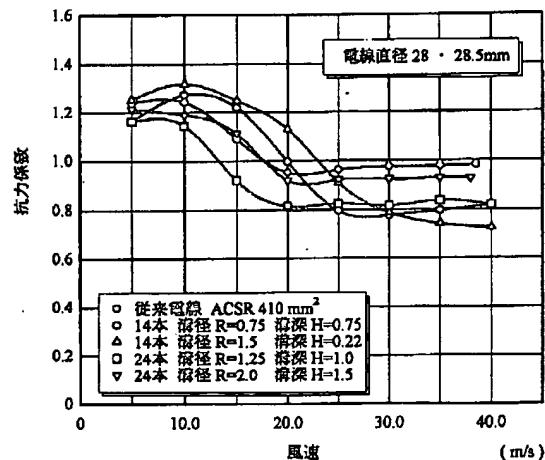
【図4】



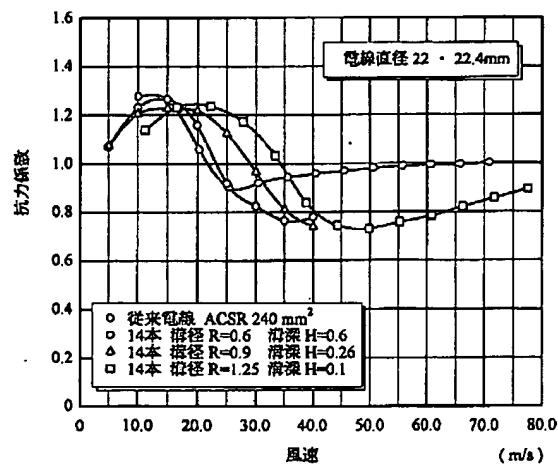
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

